

In this Issue

INIS-mf--14883

ISSN 0835-488X

- Canada-Japan Bilateral Meeting
- Water and Hydrogen Detritiation: CECE Process from AECL
- ITER:
 - Qualification of Canadian Industry for EC ITER R&D
 - ITER Postings

- CCFM/TdeV Update
- Tritium Accounting: Calorimetry for Tritium Assay
- Industry Guidance in Fusion
- Fast Probe for Plasma-Surface Interaction

INTERNATIONAL

Canada-Japan Bilateral Meeting

The fusion programs of Canada and Japan cooperate under a bilateral fusion agreement, most recently renewed by the March 1991 *Memorandum of Understanding* between Canada's National Fusion Program and the Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI). JAERI is the lead agency for fusion technology R&D in Japan. Canada and Japan began to cooperate in fusion in 1984. Under the terms of the 1991 MoU, which agrees on bilateral

cooperation for five years, much closer collaboration is possible than before, in a wider range of technologies.

The first formal Canada-Japan bilateral meeting under the 1991 MoU was held September 17 at AECL's Chalk River Laboratories, including a review of Canadian-Japanese fusion cooperation activities. Dr. Susumu Shimamoto and Dr. Kenji Okuno of JAERI came to represent Japan's fusion program,

and met with four Canadians: Dr. David Jackson and Dr. Bill Holtslander of the National Fusion Program, Dr. Richard Bolton of CCFM and Dr. Don Dautovich of CFFTP. Dr. Shimamoto is Director of the Department of Fusion Engineering Research at JAERI, and Dr. Okuno is Head of the JAERI Tritium Engineering Laboratory.

During their one-week visit to Canada (September 13 -17) the Japanese representatives also toured Canadian fusion and nuclear sites with particular interest in tritium technology, fusion fuels systems, tritium breeder blanket R&D, and robotics and remote handling. As well as visiting Chalk River Laboratories, the visitors went to the Darlington Tritium Removal Facility, CFFTP, SPAR Aerospace and to see tritium technology work at Ontario Hydro's Research Division.

Canadian and Japanese representatives all stated that the bilateral cooperation in fusion was well worth while, and should continue. Both parties agreed that they would actively promote Canada-Japan joint fusion projects within their own country, paying attention also to subjects where joint work to date has not been extensive.

Most Canadian-Japanese fusion cooperation has been in tritium-related fusion technology (especially reactor fuelling systems and tritium breeder blankets), in fusion reactor safety, and in reactor maintenance robotics. Consequently, almost all cooperation has been with the Canadian Fusion Fuels Technology Project (CFFTP) and



Visiting Canada from the Japan Atomic Energy Research Institute, Dr. Susumu Shimamoto (centre) and Dr. Kenji Okuno are pictured at AECL Chalk River, as Joan Miller of Chalk River's Tritium Group explains their in-reactor CRITIC II fusion breeder material irradiation work. Dr. Shimamoto and Dr. Okuno visited Canada September 13-17 for the first Canada-Japan bilateral meeting on fusion cooperation, and to tour Canadian fusion and tritium technology sites.

continued inside

Canada-Japan Bilateral Meeting *continued*

EDUCATION/RESEARCH

Fast in-situ tokamak surface analysis

New Ph.D.: On-tokamak analysis of biasable ion collection probe by laser desorption.

A new, fast, surface collection analysis diagnostic has been developed by Houyang Guo during his Ph.D. program research on TdeV. Dr. Guo received his Ph.D. this summer from INRS Énergie et Matériaux, which is part of Université du Québec and a partner in CCFM/TdeV. CCFM and INRS have a mandate to train fusion researchers: the students can do all their thesis research using the TdeV tokamak.

The probe technique Dr. Guo developed, under the supervision of Prof. Bernard Terreault, analyses hydrogen isotope fluxes in tokamak edge plasmas, by in-situ laser desorption of ions collected on silicon, beryllium and carbon surface probes. Desorbed ion populations are analyzed immediately by mass spectrometry. The probe collection surfaces can be electrically biased relative to the plasma. Analysis time is about 1-2 minutes.

The technique is particularly useful for rapidly analyzing hydrogen recycling on interior tokamak surfaces under varying conditions. Such quickly generated information can be very useful to tokamak operators and experimenters, for example during tokamak wall conditioning and hydrogen absorption or fuelling experiments.

Surface probes have long been used to study deposition of hydrogen and impurities on tokamak plasma walls. Traditionally, analysis of collection probes has been slow, involving off-line methods such as nuclear microanalysis in laboratories after removing a probe from the tokamak. In contrast, Dr. Guo's laser desorption analysis technique allows rapid analysis, in the interval between

associated agencies and companies. All bilateral cooperation has been with various groups and departments in JAERI, at its Naka and Tokai research establishments. Altogether, 14 Canadian agencies have worked in cooperative projects. In addition to formal cooperation under the MoU, there has been Canada-Japan cooperation in fundamental fusion research at the university level.

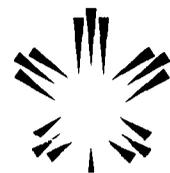
Canada-Japan cooperation over the last three years has embraced 13 individual topics, including projects still ongoing. The collabora-

tions, led by CFFTP on the Canadian side, include those in the table below.

Although Centre canadien de fusion magnétique (CCFM) has exchanged scientists with Japanese sites (JAERI), circumstances have been such that there has been as yet little formal cooperation to date in plasma physics. Both Parties agreed to promote increased cooperation in this area.

More information from Bill Holtslander, National Fusion Program (see Contact Data).

Canadian Agencies (besides CFFTP) collaborating with JAERI	Subject Area
AECL Chalk River Univ. Manitoba	Ceramic breeder blanket technology: - Ceramic breeder blanket design - Test and characterize ceramic breeder pebble beds
McMaster Univ.	Deuterium behaviour in beryllium.
SPAR Aerospace	Control systems for fusion reactor maintenance robotics.
Ontario Hydro International AECL Chalk River	Tritium packaging and transport; Design review and licensing of Japanese tritium container.
AECL Chalk River	Fusion neutronics - tritium production rates in breeders.
Ontario Hydro Research Division	Test large Japanese reactor coolant pump on Canadian test facility.
Univ. Toronto Inst. for Aerospace Studies	Plasma-facing materials; tritium diffusion in graphite.
Stern Laboratories	Experiments and tests - Loss of coolant & loss of vacuum reactor accidents (Part of IEA ESE program).
AECL Chalk River Ontario Hydro (Research & Health Services Divisions)	Joint experiments and modelling in environmental tritium behaviour (Part of IEA ESE program).
AECL Chalk River	In-reactor ceramic breeder material tests (Part of IEA BEATRIX II breeder materials program).



the Advisory Committee of Centre canadien de fusion magnétique (CCFM). Dr. Joseph Wright of Xerox Corporation and Dr. Leonard Bolger of The Canadian Institute for Advanced Research (CIAR) have joined the Steering Committee of the Canadian Fusion Fuels Technology Project (CFFTP). Both CFFTP and CCFM consider it important to involve industry in fusion R&D and the transfer of fusion technologies to industry.

CFFTP's Steering Committee is responsible for strategic guidance of CFFTP, and approval of its programs. Dr. Wright is Vice President and Centre Manager of the Xerox Research Centre of Canada. Among his responsibilities, he leads the worldwide materials research activities for Xerox Corporation. Dr. Wright also has a special interest in the management of technology. Dr. Bolger is a Vice President of CIAR. Before joining CIAR, he was a Vice President of Shell Canada and President of Shell Canada Chemical Co. He brings expertise in international business development, and the management of research and technology. He is a member of Canada's Conference Board Committee on Science and Technology, and a member of the National Research Council Committee on Artificial Intelligence.

CCFM's Advisory Committee, made up of senior scientists and researchers, reviews the scientific programs of CCFM, and makes strategic recommendations for exploitation of the TdeV tokamak experiment. In addition to being a distinguished physicist, Dr. Kerwin brings the Committee his expertise in research management. Before joining the Space Agency in 1989, he had been President of the National Research Council of Canada and before that was Rector of Laval University.

The Board of Directors of CCFM also has members who bring high-level management expertise from outside the fusion community. Board Chairman Raymond Pinard was Executive Vice President and

Chief Operating Officer of Domtar Inc., a major Canadian manufacturer of papers and related products. Dr. François Tavenas, who joined the Board in 1992, is Vice-President of McGill University. Paul Major joined the Board in 1991; until 1990, Mr. Major was an Assistant Vice-President of Bell Canada.

ITER

Qualification of Canadian Industry for EC ITER R&D

After a technical review process, Euratom has formally approved four groups of Canadian companies for participation in the Technology R&D Tasks of the ITER EDA to be undertaken by Europe. Each Group is qualified to participate in one of the fifteen Technology R&D tasks identified by Euratom. The four task areas are:

- High power, high frequency (microwave) transmission lines (120 - 180 GHz).
- Robotics: Qualification of standards and tools.
- Robotics: Transporters and end effectors.
- Tritium handling and atmosphere detritiation.

ITER Postings

Dr. Paul-Henri Rebut recently approved the selection of two Canadian engineers to join the ITER Joint Central Team.

Naka, Japan. Otto Kveton from CFFTP joins the ITER Naka Co-Centre as a staff member of the Tritium Plant Group of the ITER Nuclear Technology Division at Naka.

Garching, Germany. Peter Ladd from CFFTP, already at Garching working on NET, was chosen as a team member of the ITER JCT Divertor and Plasma Interface Division at the Garching Co-Centre.

TRITIUM ACCOUNTING

Tritium Accounting by Calorimetry

Using tritium quantities between 50 Curies and 50,000 Curies, field tests of a European tritium accounting calorimeter were carried out in August by the Tritium Group at AECL's Chalk River Laboratories. The tests were done on behalf of the ETHEL Tritium Laboratory, located at the Ispra Joint Research Centre in Italy. A.N. Technology Ltd. (ANTECH) of Ascot, England, developed the calorimeter specifically for ETHEL's tritium accounting requirements. The tests were witnessed by visitors from tritium facilities in Italy, Germany, the USA and Canada.

Accounting for tritium inventories is important for reasons of safety, security and cost. Calorimetry is emerging as a standard technique for tritium accounting, in parallel with the traditional method of pressure-volume-temperature-concentration (PVT-c) measurement. Calorimetry measures tritium contained in a closed container; the technique is non-intrusive, and assesses tritium quantity regardless of its physical or chemical form. Calorimetry can thus be used to directly assay tritiated liquids and solids, as well as elemental tritium.

Calorimeters determine the tritium quantity in a given vessel, which the calorimeter is specifically designed to hold. Tritium quantity is determined by measuring the tritium's nuclear decay energy, after that energy is transformed into heat by absorption of beta rays, emitted during tritium decay, within the tritium container structure. Decay power of tritium is 33.7 milliwatts per 1,000 curies of tritium, or 324 milliwatts per gram. Calorimeters should be calibrated specifically for each container type, because thermal characteristics may differ between designs. The ANTECH/ETHEL calorimeter is designed to hold portable getter beds designed

CCFM/TdeV Update

The summer experimental campaign on the TdeV tokamak ended September 3. TdeV is now shut down to complete installation of the new radiofrequency lower hybrid current drive (LHCD) system. Other TdeV modifications during this shutdown include addition of more internal cooling to prepare for longer plasma pulses with the added 1 MW heat load from the LHCD system.

During this summer, the research emphasis continued to be on plasma biasing, divertor performance and plasma edge behaviour. Biasing voltages reached ± 350 volts, and on occasion up to ± 400 volts. Results of the year's research on TdeV will be presented at the

November 1-5 meeting of the American Physical Society Plasma Physics Division in St. Louis, Mo.

The new compact toroid (CT) fueller was operated a few times on TdeV at about 20-30% of design CT injection energy; experimental time was not available for prolonged CT injection tests into TdeV plasmas. The low energy CT shots did not disrupt the tokamak plasma.

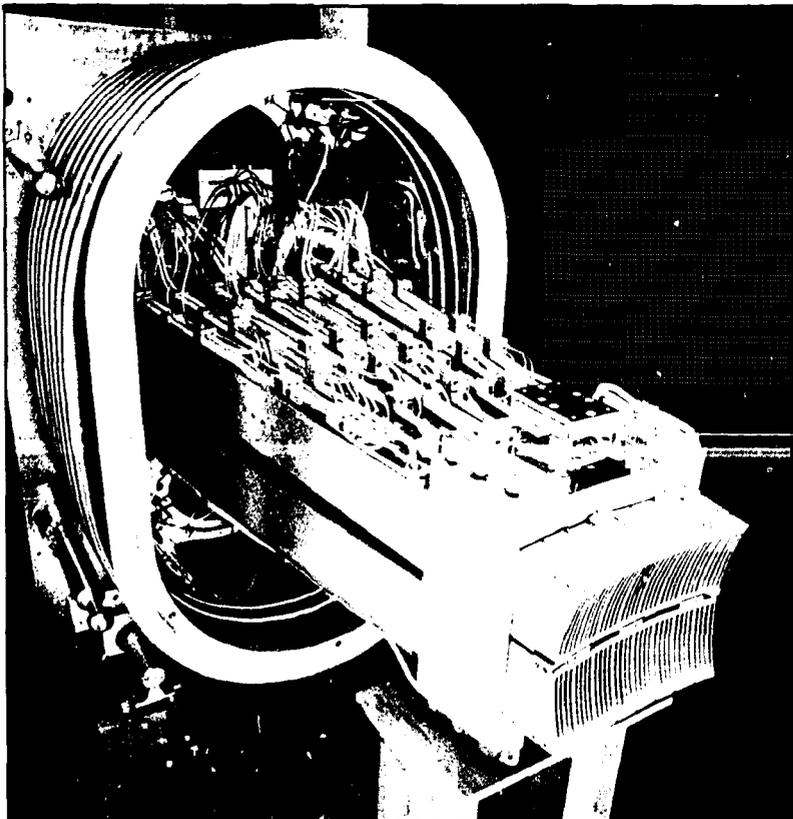
TdeV is expected to resume operation by December, with the LHCD functioning. The first LHCD radiofrequency (RF) injections into TdeV plasmas should be done before the new year. Experimental work on TdeV will resume in January. When *FusionCanada* went to press October 10, the microwave multijunction antenna for the LHCD had been assembled, and vacuum tests and control system commissioning for it were in

progress. The antenna is an advanced multijunction waveguide design, and its mouth is a 2 x 32 array of waveguide launcher elements with the mouth contoured to fit the plasma. The antenna has an unusually complete set of diagnostics, which will allow it to help verify LHCD plasma interaction models. Most often with multijunction antennas, the RF and plasma conditions at the antenna mouth are not known, so that exact parameters of RF-to-plasma coupling with such arrays can only be inferred. In addition to standard power measurement sensors, the TdeV antenna is instrumented to measure the power and phase of the RF energy at several points in the antenna mouth, where the RF is launched into the plasma. In addition, a set of seven Langmuir probes fitted onto the antenna mouth allows continual measurement of plasma density and potential. Consequently, the antenna will yield data for verification of multijunction antenna coupling models.

The entire LHCD antenna is electrically isolated so that the plasma can be electrically biased while LHCD is operating. There is the further possibility that plasma biasing via the antenna may be possible.

FusionCanada No.16, January 1992, carried a review of the TdeV LHCD system.

More information: Research - Brian Gregory (514) 652-8729; RF LHCD - Yves Demers (514) 652-8692.



Radiofrequency Current Drive for TdeV. This is the Lower Hybrid Current Drive 3.7 GHz multijunction antenna installed on the TdeV tokamak in October. The antenna is unusually well instrumented, and should yield new data on multijunction antenna coupling into tokamak plasmas.

Industry Guidance in Fusion

Three senior figures from high technology organizations have recently accepted advisory roles with Canadian fusion centres. Dr. Larkin Kerwin, immediate Past President of the Canadian Space Agency, has become Chairman of

two tokamak shots, of hydrogen flux in the tokamak edge plasma. After a tokamak shot, Dr. Guo's apparatus draws back the probe, heats the probe surfaces with a laser pulse, and quantitatively analyses the thermally desorbed gas by mass spectrometry.

Dr. Guo is from Gushi City in Henan Province, China. He joined INRS in 1988 for his doctoral studies including work on TdeV, after receiving his M.Sc. at the Institute of Plasma Physics in Hefei, Anhui Province. In the new year, he will go to JET in England for post doctoral studies in tokamak edge plasma analysis with ExB probes. His studies at JET will be supported by a Post-Doctoral Fellowship from the National Fusion Program. In collaboration with Terreault and Ross, he has published papers on the deposition probe work in *Journal of Vacuum Science and Technology (Vol. A 10)* and *Review of Scientific Instruments (Vol. 54)*; a paper has been accepted for *Plasma Physics and Controlled Fusion*.

More information from Houyang Guo (514) 652-8706, or Bernard Terreault (514) 652-8693.

DETRITIATION

Water and Hydrogen Detritiation

CECE process based on water-hydrogen isotopic exchange and electrolysis

In fusion facilities, tritiated water will often be encountered at low tritium concentrations, perhaps as low as millicuries or microcuries of tritium per litre. Such water might result, for example, from regeneration of molecular sieves used for air detritiation. It can be advantageous to detritiate water by separating it into one stream that is highly tritium-depleted, and another that is tritium-rich. AECL Research at Chalk River Laboratories has developed a detritiation

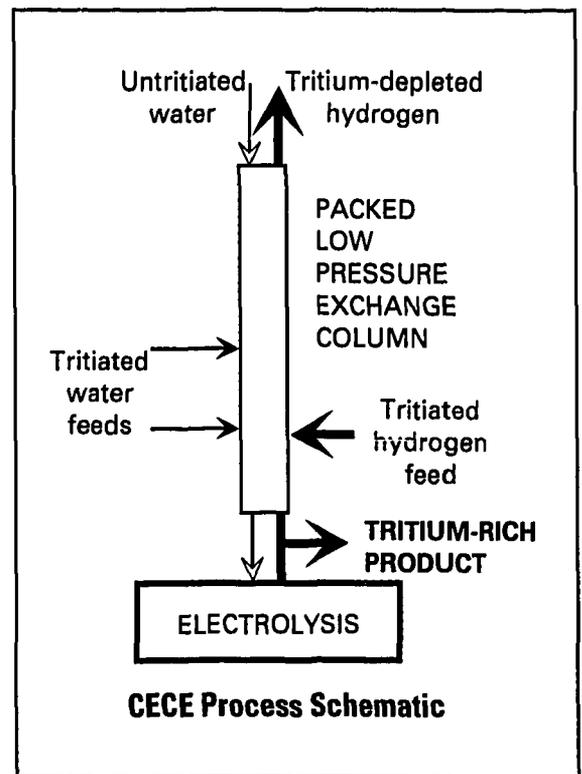
process which is effective for low-tritium water, but which also will efficiently process water with tritium concentrations that can range from microcuries per litre to tens of Curies per litre.

AECL's Combined Electrolysis and Catalytic Exchange (CECE) process provides a compact, simple method of applying water-hydrogen isotopic exchange to tritium separation. In a packed column, liquid water flows downward over a proprietary AECL wetproofed catalyst that enables the exchange of hydrogen isotopes between water and hydrogen. At the bottom of this column, the water is electrolysed and the resulting hydrogen ascends, passing countercurrent to the downflowing water in the exchange column.

Tritium passes from the ascending hydrogen gas stream into the water descending the column, where it concentrates strongly and so depletes the ascending hydrogen stream in tritium. Tritium concentrations between the top and the bottom of the column can exceed ten orders of magnitude in normal operation. A small side stream of tritium-enriched hydrogen gas would normally be withdrawn from the electrolysis cell for storage or further processing, perhaps by cryogenic distillation or chromatographic isotope separation.

If so desired, the tritium-depleted hydrogen leaving the top of the exchange column can be depleted to extremely low tritium levels (down to about 20 picocuries or less per litre of water, after recombination with oxygen). Such levels are below environmental tritium levels found in precipitation and many natural water bodies. This quality of hydrogen can be produced regardless of the tritium concentration in the water streams fed in for detritiation. Several tritiated water streams can be separately introduced at points appropriate to their concentration, part way down the column. Tritiated hydrogen streams can also be

introduced for detritiation, at intermediate column locations. The CECE process requires an additional untritiated water flow (about 40% of total tritiated water flow) to be introduced at the top of the column. All water flows must be electrolysed in the cell at the column's foot. A low inventory electrolysis cell developed by The Electrolyser Corporation for tritium duty is used. Small quantities of deuterium will normally concentrate with the tritium at the bottom of the column. The process operates at very close to atmospheric pressure.



The CECE process has recently been selected as part of the heavy water upgrading and detritiation facility for the conceptual design for the US Department of Energy's Advanced Neutron Source to be built at Oak Ridge National Laboratories.

Further information from Alistair Miller, *Chemical Engineering*, AECL Chalk River, (613) 584-3311 ext. 3207, Fax (613) 584-4445.

for tritium storage, such as the Amersham 0035Mk IV getter assembly. Performance specifications for the calorimeter include measurement errors of less than 0.5%, 2.0% and 10% error on the measurement of 50,000 Curies, 10,000 Curies and 1,000 Curies of tritium, respectively.

Calorimeter measurements of the test tritium sources at Chalk River agreed very well with PVT-c measurements on the same sources. The sources were made at Chalk River by loading the Amersham getter with different quantities of tritium, measured by PVT-c. With the ~50,000 Curie tritium source the calorimeter measurements showed a relative standard deviation (RSD) of 0.4%, and all were within 1% of the PVT-c measurements of that source. PVT-c measurements themselves are considered to have errors in the 1% range for such tritium quantities.

The lower measurement limit of the calorimeter - about 100 curies - was also tested. Calorimeters may be useful for measuring the small residual amounts of tritium left fixed on tritium storage beds, or

perhaps for assessing small quantities of tritium in waste materials such as tritiated oil or tritiated molecular sieve material. The performance at ~100 Curies was reasonably good, with an RSD of 11.7% over 3 runs. The fixed residual tritium left on a getter storage after normal load-unload operations may be some tens or hundreds of Curies. This residue can be significant for measurements of low added tritium loads in the 100 Curie range, and may affect comparison of calorimeter results with PVT-c measurements.

The calorimeter work was jointly supported by AECL, CFFTP, and Ontario Hydro International.

More information from Joan Miller, AECL Chalk River, (613) 584-3311 ext 3277, Fax (613) 584-4445.

CFFTP Contact Data

Area Code change

Please note that the telephone/Fax Area Code for CFFTP numbers was changed to (905) from (416), effective October 5, 1993.

National Fusion Program

Director, *Dr. David P. Jackson*

The National Fusion Program (NFP) coordinates and supports fusion development in Canada. NFP was established to develop Canadian fusion capability, in industry and in research and development centres. NFP develops international collaboration agreements, and assists Canadian fusion centres to participate in foreign and international projects.

NFP is managed for Canada by Atomic Energy of Canada Limited. Federal funding is provided by the Department of Energy, Mines and Resources through the Panel on Energy Research and Development.

'FusionCanada' Bulletin

'FusionCanada' is available free to interested persons. It is published four times each year, in French and English editions. Write to NFP Office, 'Bulletin Subscriptions' (see Contact Data). Please specify French or English edition, (or both if desired), and number of copies if several are required.

Editors are invited to freely use or reprint items from 'FusionCanada'. Please credit 'FusionCanada' and National Fusion Program of Canada. Please also send to the NFP office a copy of the publication, or a proof or copy of the printed piece.

Contact Data

National Fusion Program

National Fusion Program
AECL Research
Chalk River Laboratories, Keys Centre
Chalk River, Ontario
Canada K0J 1J0

Program Office: (613) 584-8036
Fax: (613) 584-4243

Dr. David Jackson
Director - National Fusion Program
(613) 584-8035

Dr. Charles Daughney
Manager - Magnetic Confinement
(613) 584-8037

Dr. Gilbert Phillips
Manager - Fusion Fuels
(613) 584-8038

Dr. William Holtslander
Manager - International Program
(613) 584-8039

CCFM
Centre canadien de fusion magnétique

CCFM
1804, montée Ste-Julie
Varenes, Québec
Canada J3X 1S1

Dr. Richard Bolton
CCFM Director-General
(514) 652-8701

Dr. Réal Décoste
CCFM Director-Operations
(514) 652-8715

Dr. Brian Gregory
CCFM Director-Research
(514) 652-8729

Secretariat: (514) 652-8702
Fax: (514) 652-8625

CFFTP
Canadian Fusion Fuels Technology Project

CFFTP
2700 Lakeshore Road West
Mississauga, Ontario
Canada L5J 1K3

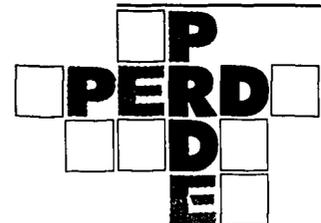
CFFTP Program Manager
Dr. Donald Dautovich
(905) 855-4700

Enquiries: (905) 855-4701
Fax: (905) 823-8020

FusionCanada Office

Macphee Technical Corp.
80 Richmond Street West
Suite 1901
Toronto, Ontario
Canada M5H 2A4

Telephone: (416) 777-1869
Fax: (416) 777-9804



Ce Bulletin est aussi
disponible en français



Printed in Canada
on recycled paper

FusionCanada

Bulletin du Programme national de fusion

Numéro 22, octobre 1993

Dans ce numéro

- Réunion Canada-Japon
- D Tritiation de l'eau et de l'hydrogène : procédé CECE de l'EACL
- ITER :
 - Entreprises qualifiées pour la R-D liée à ITER
 - Affectations
- Mise à jour - CCFM/TdeV
- Comptabilisation calorimétrique du tritium
- Conseillers de l'industrie
- Analyse rapide in situ de dépôts superficiels

ISSN 0835-4898

INTERNATIONAL

Réunion Canada-Japon

Les groupes de fusion du Canada et du Japon collaborent depuis un certain nombre d'années dans le cadre d'un accord bilatéral. Cet accord a été renouvelé en mars 1991, avec la signature d'un *Protocole d'accord* entre le PNF (Programme national de fusion du Canada) et le JAERI (organisme pilote japonais pour la R-D dans le domaine de la fusion). La collaboration entre le Canada et le Japon s'est amorcée en 1984. Le Protocole d'accord de 1991, portant sur cinq ans, préconise une collaboration beaucoup plus étroite

qu'auparavant, dans un éventail élargi de technologies.

Lors de la première réunion officielle Canada-Japon dans le cadre du Protocole d'accord de 1991, tenue le 17 septembre aux laboratoires de l'EACL à Chalk River, les participants ont passé en revue les activités de collaboration des deux pays dans le domaine de la fusion. MM. Susumu Shimamoto et Kenji Okuno, du JAERI, représentaient le Japon, tandis que MM. David Jackson et Bill Holtslander du PNF, M. Richard

Bolton du CCFM et M. Don Dautovich du CFFTP représentaient le Canada. M. Shimamoto est directeur du Département de recherche en génie thermonucléaire au JAERI, tandis que M. Okuno est responsable du Laboratoire de génie du tritium.

Durant les quelques jours qu'ils ont passés au Canada (du 13 au 17 septembre), les représentants du Japon ont visité des centres de fusion et nucléaires s'intéressant particulièrement à la technologie du tritium, aux systèmes de combustibles thermonucléaires, à la R-D sur la régénération du tritium, à la robotique et à la télémanipulation. Outre les laboratoires de Chalk River, ils se sont rendus à l'usine de détritiation de Darlington, au CFFTP, chez SPAR Aérospatiale et aux installations de technologie du tritium de la Direction de la recherche d'Ontario Hydro.

Canadiens et Japonais ont souligné les avantages de la collaboration entre les deux pays dans le domaine de la fusion et l'importance qu'il y avait de la poursuivre. Les deux délégations ont déclaré qu'elles encourageraient activement les projets communs dans ce domaine, chacune dans son pays, en mettant aussi l'accent sur des sujets qui, jusqu'ici, n'avaient pas fait l'objet d'une collaboration très active.

Jusqu'à présent, la collaboration Canada-Japon en matière de fusion a porté essentiellement sur les technologies liées au tritium (en particulier les systèmes d'alimentation en tritium et de régénération du tritium des réacteurs), la radioprotection auprès des réacteurs de fusion et la robotique d'entretien des réacteurs. Elle concernait donc surtout le CFFTP



M. Susumu Shimamoto (au centre) et M. Kenji Okuno, représentants du JAERI, aux laboratoires EACL de Chalk River. Mme Joan Miller, du groupe tritium de Chalk River, leur explique les travaux du programme CRITIC II d'irradiation des matières fertiles en réacteur. MM. Shimamoto et Okuno ont séjourné au Canada du 13 au 17 septembre à l'occasion de la première réunion Canada-Japon sur la collaboration dans le domaine de la fusion. Ils ont visité différents centres de technologie de fusion et de tritium.

suite à l'intérieur

Réunion Canada-Japon

suite

(Projet canadien sur la technologie des combustibles thermonucléaires) et les organismes et sociétés affiliés. Les échanges avaient lieu avec différents groupes et départements du JAERI aux établissements de recherche de Naka et de Tokai. En tout, 14 organismes canadiens ont participé à des projets communs. De plus, parallèlement à la collaboration officielle dans le cadre du Protocole d'accord, il existait entre les deux pays une collaboration en recherche fondamentale au niveau universitaire.

Au cours des trois dernières années, la collaboration Canada-Japon a englobé treize sujets distincts; cer-

tains projets en cours ne sont pas terminés. Les projets menés sous la direction du CFFTP du côté canadien sont indiqués ci-dessous.

Bien que le Centre canadien de fusion magnétique (CCFM) et certains centres japonais (JAERI) aient échangé des chercheurs, les circonstances ont fait qu'il n'y a eu jusqu'ici que peu de collaboration officielle en physique du plasma. Les deux délégations ont convenu de favoriser la collaboration dans ce domaine.

Pour plus de renseignements, s'adresser à Bill Holtslander, Programme national de fusion (voir la liste des contacts).

Organismes canadiens (outre le CFFTP) collaborant avec le JAERI	Sujets
EACL Chalk River Université du Manitoba	Technologie des céramiques fertiles : - Conception des couches fertiles en céramique - Essai et caractérisation des lits en boulets de céramique
Université McMaster	Comportement du deutérium dans le béryllium.
SPAR Aérospatiale	Systèmes de commande pour robotique d'entretien des réacteurs de fusion.
Ontario Hydro International EACL Chalk River	Conditionnement et transport du tritium; examen conceptuel et autorisation d'un conteneur de tritium japonais
EACL Chalk River	Neutronique de la fusion - taux de production de tritium dans les matières fertiles
Direction de la recherche d'Ontario Hydro	Essai d'une grosse pompe de caloporteur japonaise dans des installations d'essais canadiennes
Institute for Aerospace Studies (Université de Toronto)	Matériaux exposés au plasma; diffusion du tritium dans le graphite.
Stern Laboratories	Expériences et essais - accidents de perte de caloporteur et de remontée de pression dans un réacteur (partie du programme ESE de l'AIE).
EACL Chalk River Ontario Hydro (Recherche et radioprotection)	Expériences communes et modélisation du comportement du tritium dans l'environnement (partie du programme ESE de l'AIE).
EACL Chalk River	Essais en réacteur de matières fertiles en céramique (partie du programme de matières fertiles BEATRIX II de l'AIE).

ENSEIGNEMENT/RECHERCHE

Analyse rapide in situ de dépôts superficiels

Nouveau Ph.D. : Analyse par désorption laser des ions déposés sur des sondes polarisables

M. Houyang Guo a mis au point un nouveau diagnostic d'analyse rapide des ions déposés sur des surfaces dans le cadre de son travail de doctorat sur TdeV. Il a reçu son Ph.D. de l'INRS-Énergie et Matériaux cet été. L'INRS fait partie de l'Université du Québec et est membre du CCFM/TdeV. Le CCFM et l'INRS ont pour mission de former des chercheurs dans le domaine de la fusion. Les étudiants peuvent faire tout leur travail de thèse sur TdeV.

La technique mise au point par M. Guo, sous la direction du professeur Bernard Terreault, permet d'analyser les flux des isotopes de l'hydrogène dans le plasma de bord des tokamaks par désorption laser in situ des ions déposées sur des sondes en silicium, béryllium et carbone. Les ions désorbés sont immédiatement analysés par spectrométrie de masse. Les surfaces des sondes sont polarisables par rapport au plasma. L'analyse demande une ou deux minutes.

C'est une technique particulièrement utile pour analyser rapidement le recyclage de l'hydrogène sur les surfaces internes des tokamaks dans des conditions variables. L'obtention rapide de ces données sera très précieuse, par exemple, durant le conditionnement des parois des tokamaks ou les expériences d'absorption ou d'alimentation des tokamaks en hydrogène.

Les sondes superficielles sont utilisées depuis longtemps pour étudier le dépôt de l'hydrogène et des impuretés sur les parois des tokamaks. Jusqu'ici, l'analyse de ces dépôts était lente. Elle avait lieu en différé et utilisait des techniques comme la microanalyse nucléaire en laboratoire, après avoir sorti la sonde du tokamak. Par contre, la technique d'analyse par désorption laser de

Conseillers de l'industrie

Trois personnalités d'organisations de haute technologie ont accepté de remplir le rôle de conseillers auprès des centres de fusion du Canada. M. Larkin Kerwin, président sortant de l'Agence spatiale canadienne, a accepté de présider le Comité consultatif du Centre canadien de fusion magnétique (CCFM). M. Joseph Wright, de Xerox Corporation, et M. Leonard Bolger, de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA), ont accepté de siéger au Comité de direction du CFFTP (Projet canadien sur la technologie des combustibles thermonucléaires). Au CFFTP et au CCFM, on estime qu'il est très important que l'industrie participe à la R-D dans le domaine de la fusion et bénéficie d'un transfert des technologies de fusion.

Le Comité de direction du CFFTP est chargé de guider le CFFTP en matière de stratégie et d'approuver ses programmes. M. Wright est vice-président et directeur du Centre canadien de recherche Xerox. Ses responsabilités comprennent, entre autres, la direction des activités de recherche sur les matériaux dans le monde pour Xerox Corporation. Il s'intéresse aussi à la gestion de la technologie. M. Bolger est vice-président de l'ICRA. Avant d'entrer à l'institut, il était vice-président de Shell Canada et président de Shell Chimie du Canada. Il possède une grande expérience dans le développement des affaires à l'échelle internationale et dans la gestion de la recherche et de la technologie. Il est membre du Comité de la science et de la technologie du Conference Board du Canada, ainsi que du Comité associé de l'intelligence artificielle du Conseil national de recherches du Canada.

Le Comité consultatif du CCFM est constitué de chercheurs et de scientifiques de haut niveau. Il examine les programmes scientifiques du CCFM et présente des recommandations stratégiques pour l'exploitation de TdeV. Physicien distingué, M. Kerwin fait bénéficier le comité de son expertise en gestion de la

recherche. Avant d'entrer à l'Agence spatiale canadienne en 1989, il avait occupé les postes de président du Conseil national de recherches du Canada et de recteur de l'Université Laval.

Certains membres du Conseil d'administration du CCFM apportent une expertise de haut niveau en gestion dans des domaines variés. C'est ainsi que le président, M. Raymond Pinard, était vice-président directeur et chef de l'exploitation de Domtar Inc., important producteur canadien de papiers et de produits apparentés, que M. François Tavenas, qui est entré au conseil en 1992, est vice-principal de l'Université McGill et que M. Paul Major, entré au conseil en 1991, a occupé le poste de vice-président adjoint chez Bell Canada jusqu'en 1990.

ITER

Entreprises qualifiées pour la R-D liée à ITER

Après un examen technique, Euratom a approuvé officiellement la participation de quatre groupes d'entreprises canadiennes aux tâches de R-D liées aux études EDA d'ITER de l'Europe. Chaque groupe est qualifié pour participer à l'une des 15 tâches de R-D en technologie identifiées par Euratom. Les quatre domaines sont les suivants :

- Lignes de transmission HF de grande puissance (120 à 180 GHz).
- Robotique : Qualification des normes et des outils.
- Robotique : Transporteurs et organes effecteurs.
- Manipulation du tritium et détritiation de l'air.

Affectations à ITER

M. Paul-Henri Rebut a approuvé récemment le choix de deux ingénieurs canadiens pour l'équipe commune d'ITER.

À Naka (Japon). M. Otto Kveton, du CFFTP, se rendra au centre ITER de Naka, en tant que membre du groupe tritium de la Division technologie nucléaire d'ITER.

À Garching (Allemagne). M. Peter Ladd, du CFFTP, qui travaille déjà à

Garching sur le projet NET, a été choisi comme membre de l'équipe commune à la Division déflecteurs et interface plasma d'ITER au centre ITER de Garching.

COMPTABILISATION DU TRITIUM

Comptabilisation calorimétrique du tritium

Utilisant des quantités de tritium comprises entre 50 curies et 50 000 curies, le groupe tritium des laboratoires EAEL à Chalk River a essayé sur le terrain un calorimètre de comptabilisation du tritium pour le laboratoire de tritium ETHEL (Centre commun de recherche d'Ispra, Italie). Ce calorimètre a été mis au point par A.N. Technology Ltd (ANTECH) d'Ascot (Angleterre) pour répondre aux besoins d'ETHEL en matière de comptabilisation du tritium. Des représentants des centres de tritium d'Italie, d'Allemagne, des États-Unis et du Canada assistaient aux essais.

Il est important de comptabiliser les stocks de tritium pour des raisons de sécurité, de radioprotection et de coûts. La calorimétrie devient progressivement une technique standard de comptabilisation du tritium, parallèlement à la technique traditionnelle PVT-c (pression-volume-température-concentration). C'est une technique non intrusive, qui évalue la quantité de tritium contenue dans une enceinte fermée, indépendamment de son état physique ou de sa forme chimique. Elle permet donc des mesures directes sur les liquides et les solides tritiés et sur le tritium élémentaire.

Les calorimètres sont construits en fonction des enceintes utilisées. Ils mesurent la chaleur dégagée dans la structure de l'enceinte par l'absorption du rayonnement bêta de désintégration du tritium. La puissance libérée par la désintégration du tritium est 33,7 milliwatts par 1 000 curies ou 324 milliwatts par gramme de tritium. Le calorimètre doit être étalonné avec chaque enceinte, car les caractéristiques thermiques de cette dernière peuvent varier suivant son type. Le

Mise à jour - CCFM/TdeV

La campagne expérimentale de l'été su TdeV a pris fin le 3 septembre. TdeV est maintenant arrêté pour terminer l'installation du nouveau système d'entraînement de courant à l'hybride inférieure (LHCD). D'autres modifications sont prévues sur TdeV au cours de cet arrêt, en particulier l'amélioration du refroidissement interne pour préparer la machine aux impulsions plasma plus longues et à la charge thermique supplémentaire de 1 MW due au système LHCD.

Durant la campagne d'été, l'accent s'est maintenu sur la polarisation du plasma, le fonctionnement en mode défectueux et le comportement du plasma de bord. Les tensions de polarisation ont atteint ± 350 volts

(avec des pointes à ± 400 volts). Les résultats obtenus durant l'année sur TdeV seront présentés à l'occasion du congrès de la section de physique du plasma de l'American Physical Society, à St. Louis (Missouri), du 1^{er} au 5 novembre.

Le nouvel injecteur de toroïdes compacts (TC) de TdeV a fonctionné à quelques reprises, avec l'injection de TC d'énergie comprise entre 20 et 30 % de l'énergie nominale. Le programme expérimental, fort chargé, n'a pas permis d'effectuer des essais d'injection plus poussés. Les injections de TC de basse énergie n'ont pas perturbé le plasma tokamak

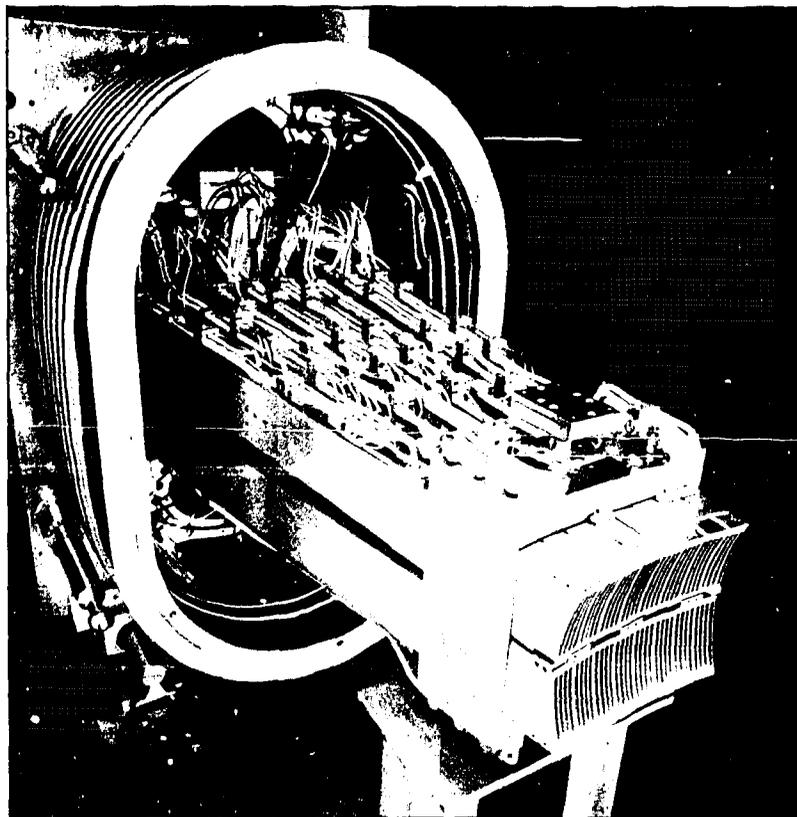
TdeV devrait être remis en service en décembre, avec un système LHCD en état de fonctionnement. Les premières injections d'énergie HF dans le plasma de TdeV au moyen du système LHCD devraient avoir lieu avant la fin de l'année. Les expériences sur TdeV reprendront en janvier.

À la mise sous presse de *Fusion-Canada*, le 10 octobre, l'antenne HF à multijonctions du système LHCD venait d'être assemblée et les essais de vide et la mise en service du système d'asservissement étaient en cours. Cette antenne très performante est conçue suivant le principe des multijonctions de guides d'ondes. Sa sortie est constituée d'une matrice de 2 fois 32 fentes rayonnantes, de forme adaptée au contour du plasma de bord. Elle est dotée d'une série de diagnostics exceptionnellement complète pour aider à confirmer les modèles d'interaction entre le plasma et le système LHCD. La plupart du temps, en effet, les conditions HF et plasma à la sortie des antennes à multijonctions sont inconnues et on ne peut déterminer les paramètres exacts de couplage HF-plasma que de manière indirecte. Outre les sondes standard de mesure de puissance, l'antenne LHCD de TdeV est dotée d'instruments permettant de mesurer la puissance et la phase HF en différents points de sa sortie, là où l'énergie HF est injectée dans le plasma. Enfin, un ensemble de sept sondes de Langmuir montées à la sortie de l'antenne permettra de mesurer en continu la densité du plasma et son potentiel. L'antenne va donc fournir des données permettant de confirmer les modèles de couplage.

Toute l'antenne LHCD est isolée électriquement, de façon à permettre la polarisation du plasma durant le fonctionnement du système LHCD. Enfin, on envisage la possibilité de polariser le plasma par l'intermédiaire de l'antenne.

Le système LHCD de TdeV est présenté dans le numéro 16 de janvier 1992 de *FusionCanada*.

Pour plus de renseignements, s'adresser à Brian Gregory (Recherche), (514) 652-8729, ou à Yves Demers (Systèmes HF, LHCD), (514) 652-8692.



Entraînement de courant HF pour TdeV. Cette antenne à multijonctions de 3,7 GHz a été installée sur le tokamak TdeV en octobre, pour l'entraînement de courant à l'hybride inférieure (LHCD). Exceptionnellement bien dotée en instruments, elle devrait fournir de nouvelles données sur le couplage HF des antennes à multijonctions avec le plasma tokamak.

M. Guo est rapide et permet d'obtenir, entre deux tirs tokamaks, des données sur le flux d'hydrogène dans le plasma de bord. Après un tir tokamak, le dispositif de M. Guo rétracte la sonde, en chauffe la surface avec une impulsion laser et analyse quantitativement les gaz décrochés par spectrométrie de masse.

M. Guo est natif de la ville de Gushi, dans la province de Henan, en Chine. Titulaire d'une maîtrise en sciences de l'Institut de physique du plasma de Hefei, dans la province d'Anhui, il est entré à l'INRS en 1988 pour y faire ses études de doctorat et travailler en particulier sur TdeV. L'année prochaine, il se rendra au JET, en Angleterre, pour y poursuivre des études post-doctorales en analyse du plasma de bord des tokamaks avec des sondes ExB. Il bénéficiera pour cela d'une bourse du Programme national de fusion. En collaboration avec MM. Terreault et Ross, il a publié des articles sur son travail avec les sondes dans *Journal of Vacuum Science and Technology* (vol. A 10) et dans *Review of Scientific Instruments* (vol. 54). La revue *Plasma Physics and Controlled Fusion* a accepté de publier un article.

Pour plus de renseignements, s'adresser à Houyang Guo, (514) 652-8706, ou à Bernard Terreault, (514) 652-8693.

DÉTRITIATION

Détritiation de l'eau et de l'hydrogène

Procédé CECE combinant l'électrolyse et l'échange isotopique eau-hydrogène

Dans les installations de fusion, on aura souvent besoin de traiter de l'eau faiblement tritiée, d'activité comprise entre quelques microcuries et quelques millicuries par litre. Cette eau tritiée proviendra, par exemple, de la régénération des tamis moléculaires utilisés pour détritier l'air. Pour détritier l'eau, il peut être avantageux de la diviser en

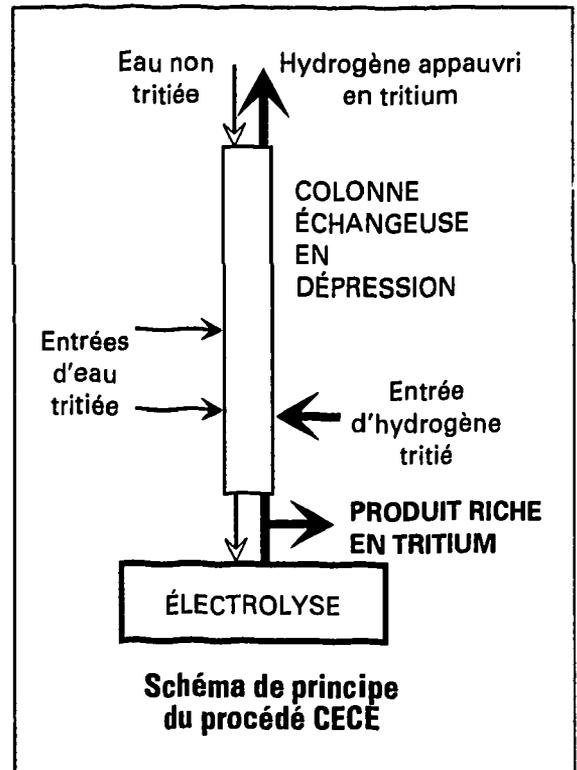
deux courants, l'un très appauvri en tritium et l'autre enrichi en tritium. EACL Recherche a mis au point, aux laboratoires de Chalk River, un procédé capable, non seulement de détritier de l'eau faiblement tritiée, mais en fait de traiter de l'eau dont la concentration en tritium va de quelques microcuries par litre à quelques dizaines de curies par litre.

Le procédé CECE de l'EACL combine l'électrolyse et l'échange catalytique. C'est une méthode simple et compacte, qui applique à l'extraction du tritium les principes de l'échange isotopique eau-hydrogène. L'eau s'écoule dans une colonne contenant un catalyseur hydrophobe spécial de l'EACL qui permet d'échanger les isotopes de l'hydrogène entre le courant d'eau descendant et un courant d'hydrogène ascendant. L'eau est électrolysée au bas de la colonne et c'est l'hydrogène ainsi obtenu qui monte dans la colonne.

Dans la colonne, le tritium passe du courant d'hydrogène ascendant à l'eau, qui le concentre fortement. La différence de concentration de tritium dans l'hydrogène entre le haut et le bas de la colonne peut dépasser un facteur de 10^6 en régime continu. Un faible courant d'hydrogène gazeux enrichi en tritium est soutiré de la cellule électrolytique pour être entreposé ou pour être traité par distillation cryogénique ou par séparation chromatographique.

Au besoin, on peut abaisser la concentration de tritium dans le courant d'hydrogène sortant en haut de la colonne jusqu'à une valeur extrêmement faible (20 picocuries ou moins par litre d'eau après recombinaison avec l'oxygène). Une telle concentration est inférieure à ce qu'on mesure dans l'eau de pluie et dans bon nombre de masses d'eau naturelles. Cette qualité d'hydrogène s'obtient indépendamment de la concentration de tritium dans l'eau tritiée envoyée dans la colonne. On peut introduire plusieurs courants d'eau tritiée dans la colonne en des points appropriés, qui dépendent de la concentration en tritium. On peut aussi introduire de l'hydrogène tritié en différents points de la colonne. Le procédé CECE requiert un apport d'eau non tritiée (représentant environ 40 % du débit total d'eau tritiée)

en haut de la colonne. Toute l'eau doit être électrolysée au bas de la colonne dans la cellule de faible contenance mise au point par The Electrolyser Corporation pour le tritium. Une faible quantité de deutérium se concentre normalement avec le tritium au bas de la colonne. L'ensemble fonctionne à une pression très voisine de la pression atmosphérique.



Le procédé CECE a été choisi récemment pour les installations d'épuration et de détritiation de l'eau lourde destinées à la source perfectionnée de neutrons étudiée pour le ministère de l'Énergie des États-Unis, source qui doit être construite à Oak Ridge National Laboratories.

Pour plus de renseignements, s'adresser à Alistair Miller, génie chimique, EACL Chalk River, (613) 584-3311, poste 3207, fax (613) 584-4445.

calorimètre ANTECH/ETHEL est conçu pour des lits sorbeurs transportables, utilisés pour le stockage du tritium, tel l'Amersham 0035Mk IV. Les spécifications du calorimètre stipulent que les erreurs sur les mesures doivent être inférieures à 0,5 %, 2,0 % et 10 % respectivement pour 50 000 curies, 10 000 curies et 1 000 curies de tritium.

Les mesures calorimétriques et PVT-c effectuées à Chalk River sur des sources étalons de tritium sont en excellent accord. Les sources ont été réalisées sur place en chargeant le sorbeur Amersham avec différentes quantités de tritium mesurées par la méthode PVT-c. Avec la source de tritium de 50 000 curies, les mesures au calorimètre s'accompagnaient d'un écart type relatif (ETR) de 0,4 % et se situaient toutes à moins de 1 % des valeurs obtenues par la méthode PVT-c. Les mesures PVT-c sur de telles quantités de tritium sont elles-mêmes considérées comme entachées d'une erreur de l'ordre de 1 %.

Les essais portaient aussi sur la limite inférieure de mesure avec le calorimètre, environ 100 curies. On peut utiliser un calorimètre pour mesurer les quantités résiduelles de tritium piégé dans les lits de stockage ou pour évaluer de faibles quan-

tités de tritium dans les déchets, par exemple des huiles tritiées, ou dans les tamis moléculaires. Les résultats à 100 curies étaient relativement bons, avec un ETR de 11,7 % pour trois mesures. Le tritium résiduel piégé dans le sorbeur après les opérations de charge et de décharge normales peut atteindre quelques dizaines à quelques centaines de curies. Ce résidu peut être important lors de la mesure de faibles charges de tritium de l'ordre de la centaine de curies et peut fausser la comparaison des mesures calorimétriques et PVT-c.

Ces travaux sur le calorimètre étaient appuyés par l'EACL, le CFFTP et Ontario Hydro International.

Pour plus de renseignements, s'adresser à Joan Miller, EACL Chalk River, (613) 584-3311, poste 3277, fax (613) 584-4445.

Liste des contacts - CFFTP

Changement d'indicatif régional

Prière de noter que, depuis le 5 octobre, l'indicatif régional pour les numéros de téléphone/fax du CFFTP n'est plus le 416, mais le 905.

Le Programme national de fusion

Directeur, M. David P. Jackson

Le programme national de fusion (PNF) coordonne et soutient le développement de la fusion au Canada. Le PNF a été créé afin de développer le potentiel canadien dans le domaine de la fusion, dans l'industrie et dans les centres de recherche et de développement. Il élabore des ententes de coopération internationales et aide les centres canadiens de fusion à participer à la réalisation de projets étrangers et internationaux.

Le PNF est administré pour le Canada par l'Énergie Atomique du Canada Limitée. Le financement fédéral est assuré par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, par l'entremise du Comité interministériel de la recherche et du développement énergétiques.

Le Bulletin "FusionCanada"

"FusionCanada" est publié gratuitement chaque trimestre, en français et en anglais, à l'intention des personnes qui s'intéressent à la fusion. Pour l'obtenir, on est prié d'écrire au bureau du PNF, en indiquant sur l'enveloppe la mention "Abonnements au Bulletin" (voir liste des contacts) et en précisant dans quelle(s) langue(s) on désire le recevoir, de même que le nombre d'exemplaires souhaité.

Les rédacteurs sont invités à utiliser librement ou à reproduire des articles de "FusionCanada". Nous leur demandons, cependant, de mentionner le fait que ces articles proviennent de "FusionCanada" et du Programme national de fusion du Canada, ainsi que de transmettre au bureau du PNF un exemplaire, une épreuve ou une copie de leur publication.

Liste des contacts

Programme national de fusion

Programme national de fusion
EACL Recherche
Laboratoires de Chalk River, Centre Keys
Chalk River, Ontario
Canada K0J 1J0

Bureau du Programme : (613) 584-8036
Fax : (613) 584-4243

M. David Jackson
Directeur - Programme national de fusion
(613) 584-8035

M. Charles Daughney
Directeur - Confinement magnétique
(613) 584-8037

M. Gilbert Phillips
Directeur - Combustibles thermonucléaires
(613) 584-8038

M. William Holtzlander
Directeur - Programme international
(613) 584-8039

CCFM Centre canadien de fusion magnétique

CCFM
1804, montée Ste-Julie
Varenes, Québec
Canada J3X 1S1

M. Richard Bolton
Directeur général du CCFM
(514) 652-8701

M. Réal Décoste
Directeur de l'exploitation du CCFM
(514) 652-8715

M. Brian Gregory
Directeur de la recherche du CCFM
(514) 652-8729

Secrétariat: (514) 652-8702
Fax: (514) 652-8625

CFFTP Projet canadien sur la technologie des combustibles thermonucléaires

CFFTP
2700 Lakeshore Road West
Mississauga, Ontario
Canada L5J 1K3

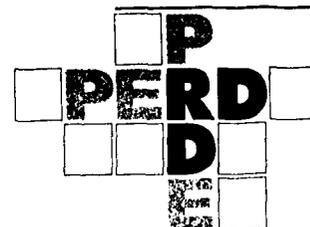
Directeur du CFFTP
M. Donald Dautovich
(905) 855-4700

Téléphone: (905) 855-4701
Fax: (905) 823-8020

Rédacteur de "FusionCanada"

MACPHEE Technical Corp.
80 Richmond Street West
Suite 1901
Toronto, Ontario
Canada M5H 2A4

Téléphone: (416) 777-1869
Fax: (416) 777-9804



This Bulletin is also
available in English.



Imprimé au Canada
sur papier recyclé